

MODEL PREDIKSI AWAL MUSIM HUJAN DI SENTRA PADI PANTURA JABAR DENGAN PREDIKTOR REGIONAL DAN GLOBAL

WET SEASON ONSET PREDICTION MODEL UPON RICE FIELDS IN NORTHERN WEST JAVA USING REGIONAL AND GLOBAL PREDICTOR

Erwin Makmur¹, Yonny Koesmaryono², Edwin Aldrian³, Aji Hamim Wigena²

¹Pusat Iklim Agroklimat dan Iklim Maritim, BMKG, Jl. Angkasa I/ 2, Jakarta, 10720

²FMIPA-IPB, Kampus IPB Darmaga, Bogor, 16680

³Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara, BMKG, Jl. Angkasa I/ 2, Jakarta, 10720

¹e-mail: erwin_makmur@yahoo.com

Naskah masuk: 16 Mei 2013; Naskah diperbaiki: 4 Desember 2013; Naskah diterima: 24 Desember 2013

ABSTRAK

Prediksi awal musim hujan merupakan suatu hal penting yang menunjang beberapa sektor di antaranya di sektor pertanian. Prediksi awal musim dipergunakan sebagai pertimbangan untuk menentukan kegiatan penanam padi khususnya penentuan awal musim tanam. Untuk menentukan awal musim hujan biasanya ditandai dengan perubahan sirkulasi atmosfer yang cukup signifikan misalnya perubahan arah angin, tekanan udara permukaan dan daerah liputan awan. Untuk penelitian ini dipergunakan 17 prediktor yang telah dipilih berdasarkan tes korelasi spasial antara prediktor dan awal musim. Penelitian ini difokuskan di daerah Pantura Jawa Barat yang terdiri dari Karawang, Subang, Indramayu dan Cirebon yang merupakan daerah sentra pangan khususnya beras. Wilayah Pantura memasok sekitar 30% kebutuhan beras untuk Jawa Barat. Dari 17 prediktor yang terpilih kemudian dimasukkan ke dalam model regresi dengan melakukan semua kemungkinan kombinasi sehingga didapatkan model yang terbaik dengan menggunakan indikator *mean square error* terkecil. Untuk semua model yang disimulasikan diperlihatkan bahwa hampir semua model menghasilkan hasil yang baik baik pada kondisi tahun normal maupun pada saat terjadinya El Nino dan La Nina.

Kata kunci: Prediksi awal musim hujan, prediktor model, model regresi multipel

ABSTRACT

The prediction of the onset of rainy season is very important for many sectors especially for agricultural sector in order to make the best planning for planting calendar to get optimum paddy yield. Monsoon onset is characterized by the change of significant atmospheric circulation such as changes of wind direction, inter tropical convergence zone location, etc. This research uses 17 predictors which have been selected using spatial correlation test. Pantura Jawa Barat is the main rice production center in West Java province and contributes about 35% of total production of West Java Province. The selected predictors in the next process become indicators for the variability of rainy season onset and becoming predictors for climate statistical model. Through the many combinations, 4 models and 1 ensemble model were resulted. These models produce the better performance to predict the onset of rainy season over northern coastal area of West Java Province even for some extreme years during El Nino or La Nina events.

Keywords: Prediction of rainy season onset, predictors, multiple regression model

1. Pendahuluan

Wilayah Indonesia terletak di kawasan tropis yang membujur di sepanjang garis khatulistiwa di mana wilayahnya terbagi di selatan dan di utara khatulistiwa. Karakter suhunya yang hangat sepanjang tahun sehingga mengakibatkan wilayah Indonesia umumnya bertekanan udara rendah sehingga menjadi pusat konveksi yaitu tempat

pertemuan massa udara dari selatan dan utara. Hal ini menjadikan Indonesia menjadi daerah yang bercuaca aktif dikarenakan energi yang cukup besar untuk menggerakkan mesin cuaca.

Tantangan terbesar di daerah tropis adalah bagaimana caranya mendapatkan tingkat prediksi cuaca dan iklim yang mempunyai akurasi yang tinggi dan konsisten [1,2,3]. Iklim Indonesia tidak hanya

dipengaruhi oleh iklim lokal tetapi juga sangat dipengaruhi oleh iklim regional dan global seperti aktivitas El Niño Southern Oscillation (ENSO) yang berada di lautan Pasifik [4] dan *Indian Ocean Dipole Mode* (IOD) di lautan India sebelah barat Sumatera serta belakangan ini diketahui juga sangat dipengaruhi oleh pengaruh iklim laut lokal di sekitar Indonesia.

Setiap kegiatan sektor sangat dipengaruhi oleh faktor iklim, di mana informasi prediksi iklim yang tepat dan akurat akan membantu perencanaan sektor-sektor. Informasi prakiraan iklim yang diberikan sedapatnya dapat diterima oleh pengguna jauh-jauh hari agar setiap sektor dapat merencanakan kebijakan dan antisipasi terhadap pengaruh iklim terhadap sektor [5, 6, 7].

Untuk keperluan prakiraan musim BMKG membagi wilayah Indonesia menjadi menjadi 2 (dua) kelompok yaitu daerah zona musim (ZOM) dan daerah non zona musim (non ZOM). Dimana Zona Musim (ZOM) didefinisikan sebagai daerah yang pola hujan rata-ratanya memiliki perbedaan yang jelas antara periode musim kemarau dan musim hujan. Daerah-daerah yang pola hujan rata-ratanya tidak memiliki perbedaan yang jelas antara periode musim kemarau dan musim hujan, disebut Non ZOM. Luas suatu wilayah ZOM tidak selalu sama dengan luas suatu wilayah administrasi pemerintahan. Dengan demikian, satu wilayah ZOM bisa terdiri dari beberapa kabupaten, dan sebaliknya satu wilayah kabupaten bisa terdiri dari beberapa ZOM. Istilah dasarian adalah rentang waktu selama 10 (sepuluh) hari. Dalam satu bulan dibagi menjadi 3 (tiga) dasarian, yaitu dasarian I tanggal 1 sampai dengan 10, dasarian II tanggal 11 sampai dengan 20 dan dasarian III tanggal 21 sampai dengan akhir bulan [8].

Dari data deret waktu (*time series*) ini dihasilkan banyak informasi iklim misalnya rata-rata parameter iklim, informasi kejadian iklim ekstrim, trend perubahan parameter dan lain-lain. Data deret waktu hujan untuk berikutnya dapat dipergunakan untuk data untuk memprediksi curah hujan ke depan dengan mempergunakan teknik statistik ataupun dinamis [9,10,11].

Untuk wilayah Indonesia, tantangan terbesar saat ini adalah bagaimana menghasilkan tingkat akurasi prediksi iklim yang tinggi. Model iklim yang sudah diaplikasikan di beberapa institusi menunjukkan performa yang masih rendah terutama untuk memprediksi kejadian iklim ekstrim [12,2]. Permasalahan yang selalu muncul adalah apakah prediksi awal musim ini mempunyai tingkat akurasi yang tinggi dan dapat dipercaya. Pengalaman membuktikan bahwa tingkat akurasi prediksi musim ini belum menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi [9,10,3]. Arti akurasi tinggi adalah tingkat akurasi prediksi ini cenderung selalu benar termasuk pada kondisi tahun ekstrim. Jika mengetahui tingkat konsisten maka pengguna dapat menentukan kebijakan terhadap perencanaan di bidang masing-masing.

Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi faktor-faktor fenomena regional dan global yang mempengaruhi iklim lokal berbasis zona musim (ZOM) dan menjadikan unsur-unsur fenomena regional dan global sebagai prediktord dalam model prediksi awal musim serta melakukan kalibrasi dan verifikasi hasil model.

Dari output model dapat digunakan untuk mengetahui parameter iklim regional dan global yang mempengaruhi karakter iklim lokal sehingga berguna untuk melakukan identifikasi awal terhadap kemungkinan terjadinya variasi awal musim hujan. Khususnya untuk sektor pertanian dapat memanfaatkan informasi prakiraan awal dan panjang musim untuk meningkatkan produksi dengan perencanaan awal masa tanam yang lebih baik.

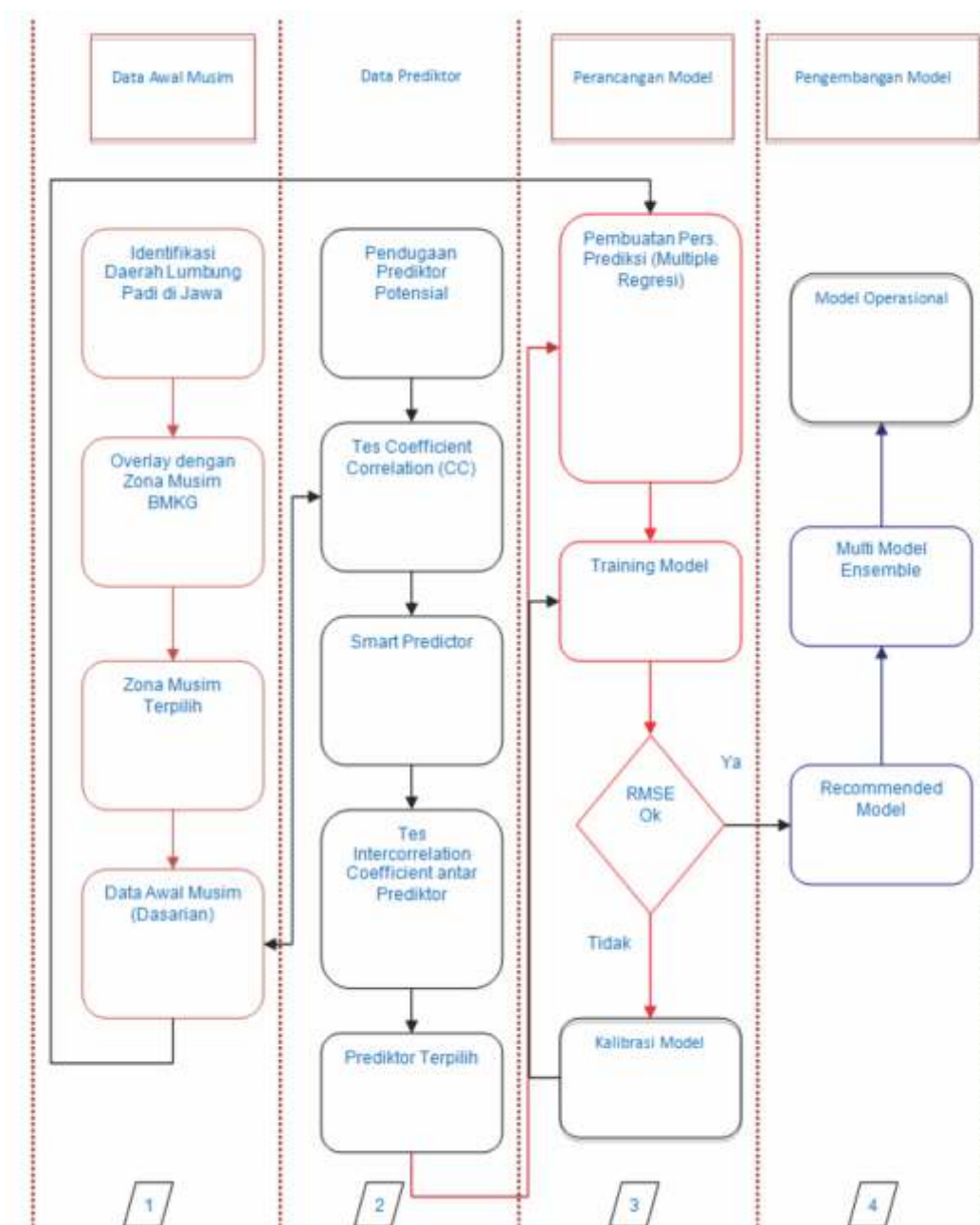
Untuk menghasilkan prediksi musim yang mempunyai tingkat akurasi yang tinggi maka diperlukan pemahaman yang komprehensif terhadap fenomena iklim lokal dan faktor apa saja yang memainkan peranan yang penting. Identifikasi ini dibutuhkan agar pembangunan model mempunyai input yang lengkap dan mempunyai error yang rendah [13,14,9].

Model prediksi awal dan panjang musim ini dikembangkan untuk mendukung kegiatan operasional prakiraan awal musim hujan yaitu untuk menghasilkan suatu model yang dapat diaplikasikan secara mudah dan mempergunakan sarana dan prasarana yang yang standard dipergunakan misalnya mempergunakan personal komputer (PC) atau laptop.

Sebagai input model akan dipergunakan data global dan regional yang dapat diakses secara mudah dan bebas biaya dengan menggunakan akses kecepatan internet biasa. Selain itu data yang dipergunakan mempunyai tingkat kepastian akses yang lancar, dalam hal ini data tersedia secara real time dan kontinyu. Alur pemikiran penelitian ini dapat dilihat pada gambar di bawah. Secara umum kegiatan penelitian dibagi menjadi 4 (empat) bagian yaitu pengumpulan data observasi awal musim hujan, pengumpulan data iklim global dan regional, perancangan model dan pengembangan model.



Gambar 1. Sebaran Zona Musim dan Non Musim Indonesia berdasarkan data periode 1981-2010 (sumber: BMKG)



Gambar 2. Alur kerangka pemikiran penelitian

Dalam penelitian ini akan menjawab beberapa hipotesis yaitu model prediksi musim yang memprediksi awal dan panjang musim hujan akan mempunyai akurasi tinggi jika prediktor yang digunakan sebagai masukan model merupakan parameter iklim yang secara signifikan berhubungan dengan variabilitas iklim di lokasi yang diprediksi. Parameter iklim tersebut harus diseleksi terlebih dahulu dari prediktor yang diduga (prediktor potensial) sehingga mendapatkan prediktor terpilih. Berikutnya masukan prediktor pada model yang terdiri dari banyak prediktor akan meningkatkan tingkat akurasi prediksi tetapi jika prediktor yang digunakan terlampaui banyak belum tentu akan meningkatkan akurasi model sehingga penentuan

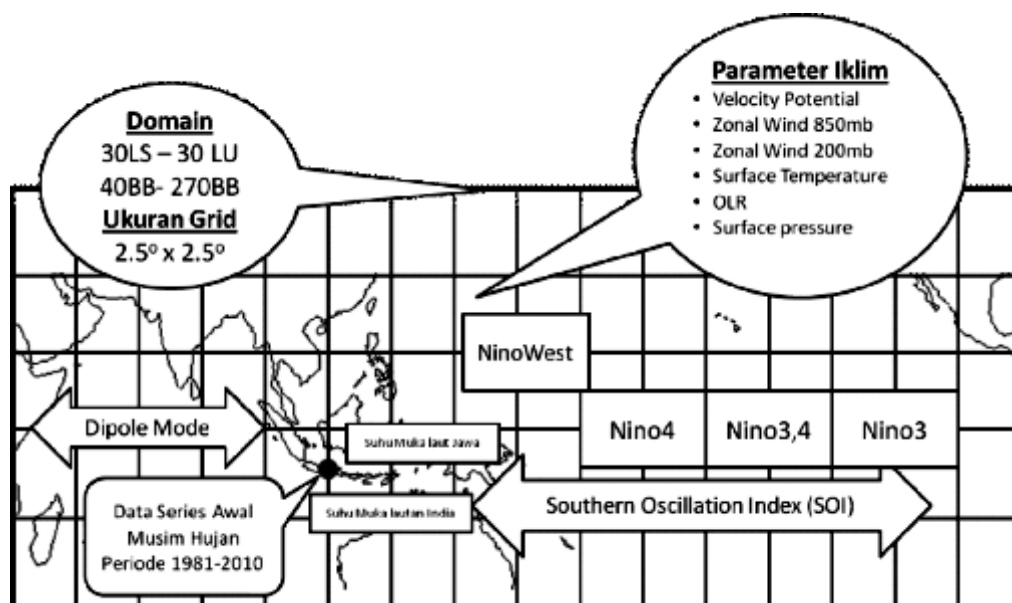
jumlah prediktor menjadi unsur penting dalam pemodelan prediksi musim.

2. Metode Penelitian

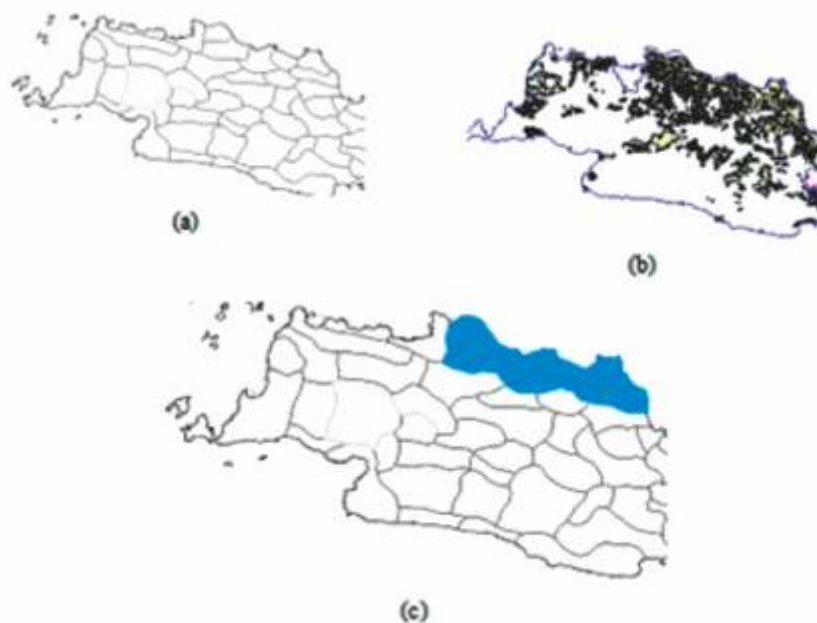
Data yang dipergunakan dalam penelitian ini terdiri dari data observasi awal musim hujan dari 13 stasiun penakar curah hujan yang tersebar di 4 kabupaten yaitu Batujaya, Pedes, Taluk Buyung, Salam Darma, Barugbug, Indramayu, Juntinyuat, Losarang, Dempet, Krangkeng, Sukadana, Karang Kendal dan Gegesik dengan periode pengamatan tahun 1981-2010. Selain itu juga digunakan data parameter iklim regional dan global yang diakses dari beberapa sumber penyedia data seperti NOAA Amerika Serikat, JMA Jepang dan Bureau of Meteorologi Australia.

Tabel 1. Daftar data global dan regional.

No.	Prediktor	Domain waktu	Keterangan dan lokasi
1	Nino34	Juli	Anomali suhu muka laut di pasifik (5LS-5LU, 170BB-120BB)
2	Nino3	Juli	Anomali suhu muka laut Pasifik 5LS-5LU, 150BB-90BB
3	Nino4	Juli	Anomali suhu muka laut di pasifik (5LS-5LU, 160BB-150BB)
4	Nino West	Juli	Anomali suhu muka laut di pasifik (Equator-15LU, 130BT-150BT)
5	Southern Oscillation Index (SOI)	Juli	Perbedaan tekanan udara permukaan Tahiti dan Darwin
6	Anomali Velocity Potential lapisan 850mb	Juli	30LS-30LU, 40BB-270BB
7	Anomali Angin Zonal Lapisan 850mb	Juli	30LS-20LU, 40BB-270BB
8	Anomali Angin Zonal Lapisan 200mb	Juli	30LS-30LU, 40BB-270BB
9	Suhu udara permukaan	Juli	30LS-30LU, 40BB-270BB
10	Tekanan udara permukaan	Juli	30LS-30LU, 40BB-270BB
11	Outgoing Longwave radiation (OLR)	Juli	30LS-30LU, 40BB-270BB
12	Anomali Suhu Muka Laut Indonesia	Juli	Laut Jawa, 6LS-4LS, 106BB-116BB Lautan India selatan Jawa, 12LS-8LS, 110BB-116BB
13	Indian Ocean Dipole Mode Index (IOD)	Juli	IOD West (10LS-10LU, 50BT-70BT) IOD East (10LS-Ekuator, 90BT-110BT) IOD=IOD West – IOD East



Gambar 3. Lokasi spasial predictor



Gambar 4. Teknik overlay pemilihan lokasi penelitian; lokasi tutupan sawah (a), overlay ZOM dan tutupan sawah, lokasi penelitian (b).

Berdasarkan alasan operasional BMKG di mana rilis prakiraan awal musim hujan diadakan setiap bulan Agustus setiap tahunnya maka kondisi anomaly di bulan Juli menjadi indikator untuk dijadikan input pada model prediksi. Adapun secara spasial dapat dilihat pada Gambar 3.

Penentuan lokasi dilakukan dengan teknik overlay antara daerah sentra beras dan lokasi ZOM BMKG (Gambar 4). Peta tematik daerah sentra beras kemudian dioverlay dengan zona musim sehingga didapatkan ZOM yang dijadikan lokasi penelitian. Sebagai daerah penelitian dipilih Karawang, Subang, Indramayu dan Cirebon. Pemilihan daerah-daerah tersebut dikarenakan mempunyai jejaring pengamatan hujan yang cukup lengkap dengan data pengamatan panjang (lebih dari 30 tahun) dan merupakan daerah sentra beras Jawa Barat ($\pm 35\%$ dari total produksi beras Jawa Barat).

Pemilihan prediktor menjadi sesuatu yang penting dikarenakan faktor ini diharapkan menjadi faktor yang dapat meningkatkan tingkat akurasi model. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemilihan prediktor dapat meningkatkan akurasi prediksi [10, 9]. Untuk menentukan kemampuan (skill) suatu model biasa dipergunakan nilai *coefficient correlation* (CC) dan RMSE.

Pada penelitian ini akan difokuskan pada penemuan prediktor yang mempunyai peranan signifikan terhadap variasi curah hujan pada lokasi penelitian. Untuk tujuan ini akan dilakukan tes CC antara curah hujan dan parameter atmosfer pada dimensi horizontal dan vertikal. Koefisien determinasi adalah suatu alat ukur yang digunakan untuk mengetahui tingkat hubungan antar variabel X dan Y. Koefisien ini dapat ditentukan berdasarkan hubungan antara dua macam variasi, yaitu : Variasi variabel Y terhadap garis regresi (Y') dan Variasi variabel Y terhadap rata-ratanya ($\bar{Y}$).

$$r^2 = 1 - \frac{\sum(Y - Y')^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2} \quad (1)$$

Seperti halnya koefisien determinasi maka koefisien korelasi (r) juga digunakan sebagai pengukur hubungan dua variabel.

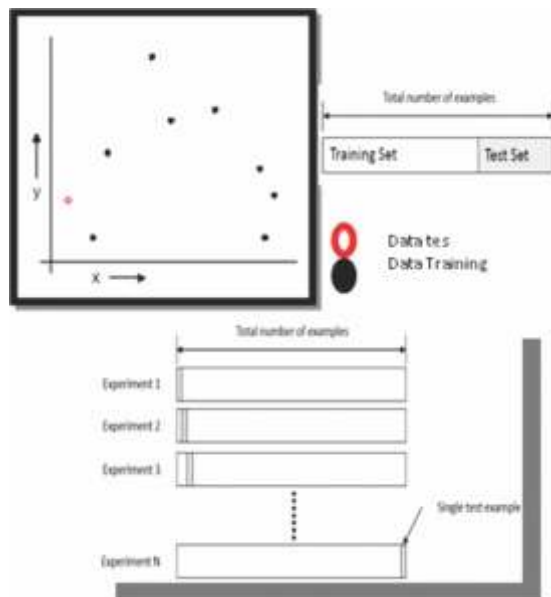
$$r_{xy} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{[(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n})(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n})]^{1/2}} \quad (2)$$

Untuk membangun model prediksi digunakan model regresi linier berganda. Model regresi linier berganda adalah suatu model analisis statistika yang memanfaatkan hubungan antara dua atau lebih peubah kuantitatif sehingga salah satu peubah dapat diramalkan dari peubah lainnya. Model prediksi yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah model regresi linier.

$$y(t) = \beta_0 + \beta_1 x_1(t) + \beta_2 x_2(t) + \dots + \beta_k x_k(t) + e(t) \quad (3)$$

Di mana y adalah prediktan, di mana prediktan adalah awal musim hujan (dasarian), $x_1, x_2, \dots, x_k$ adalah prediktor, e adalah error dan $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ adalah parameter regresi yang diestimasi dari data.

Untuk menentukan apakah model dapat menunjukkan kinerja yang dapat diterima dalam hal akurasi digunakan teknik validasi silang (*cross validation*). Dalam penerapannya data dibagi 2 bagian yaitu data training dan data tes. Satu atau beberapa data dikeluarkan sebelum training, kemudian jika training sudah dijalankan maka data yang tadi dihilangkan menjadi data tes. Untuk penelitian ini dipergunakan teknik validasi silang *Leave-one-out cross validation* (LOOCV).



Gambar5. Penggambaran teknik validasi silang LOOCV.

Dalam penelitian ini, data time series awal musim hujan dianggap sebagai sekumpulan data statistik dan tidak memandang sebagai data deret waktu sehingga data setiap tahun dianggap sebagai data yang independen. Dari 30 data series, 1 data sebagai data tes dan 29 data sebagai data training.

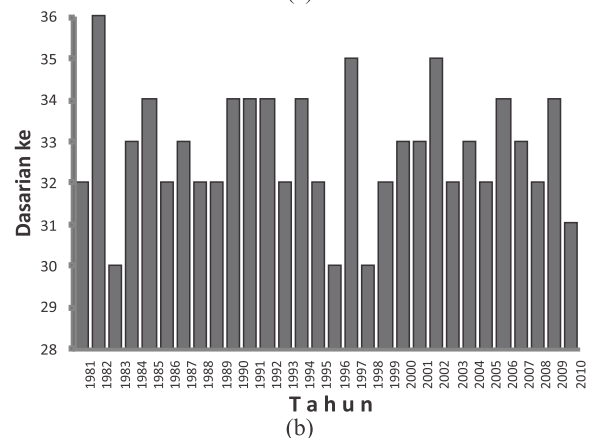
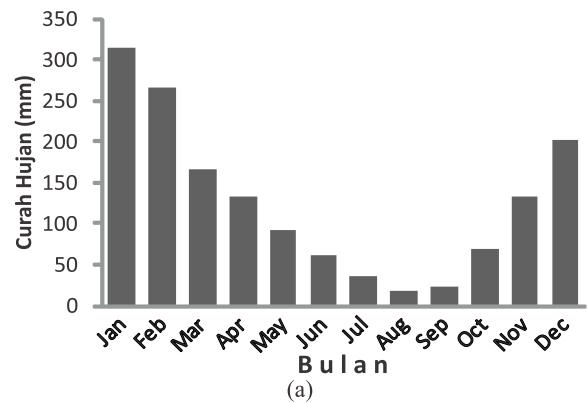
Untuk mengevaluasi kinerja model dilakukan teknik validasi yaitu membandingkan antara keluaran model dan hasil aktual (hasil observasi) agar dapat diketahui kinerja dari model. Kinerja model diukur dengan menggunakan metode *Root Mean Squared Error (RMSE)* dengan persamaan sebagai berikut:

$$RMSE = \left[\frac{1}{N} \sum (F_e - O)^2 \right]^{1/2} \quad (4)$$

di mana;

- RMSE = root mean square error
- N = jumlah data
- F_e = Nilai prediksi model
- O = nilai observasi

Untuk mengetahui karakter daerah penelitian dilakukan kajian dari sisi iklimnya yang meliputi karakter hujan bulanan dan analisis musimnya. Wilayah Pantura memasok sekitar 30% kebutuhan beras untuk Jawa Barat. Topografi wilayah Pantura umumnya relatif rendah di bagian utara yang menghadap Laut Jawa dan sebelah selatan cenderung lebih tinggi.



Gambar6. Grafik curah hujan rata-rata bulanan (a) dan data time series awal musim hujan Pantura Jawa Barat (b).

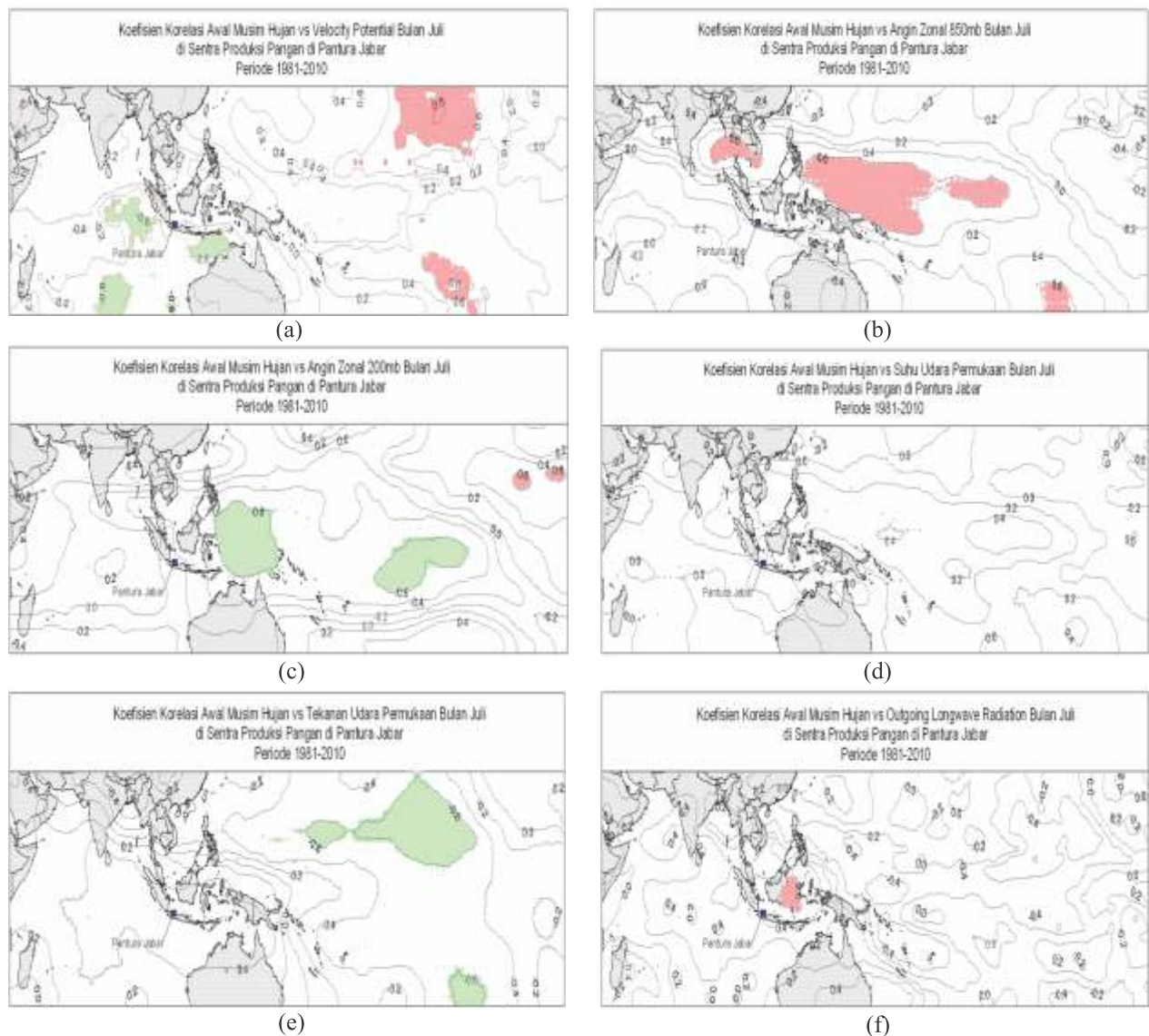
Profil curah hujan bulanan menunjukkan bahwa Pantura Jawa barat merupakan daerah monsunial yaitu dalam satu tahun terdapat perbedaan yang jelas antara musim hujan dan musim kemarau. Total curah hujan tahunan berkisar antara 1039 mm s/d 1962 mm dengan rata-rata tahunan sebesar 1513 mm.

Awal musim hujan berdasarkan data dari tahun 1981-2010 memperlihatkan bahwa awal musim hujan di daerah penelitian pada umumnya datang pada dasarian ke 33 yaitu pada tanggal 21-31 Nopember. Tetapi awal musim hujan tidak selalu datang sesuai dengan rata-ratanya, kadangkala datang lebih awal dan lebih akhir. Variabilitas awal musim hujan ini diakibatkan oleh terjadinya anomali atau gangguan dinamika atmosfer pada saat terjadinya awal musim hujan tersebut. Dari tabel di atas terlihat bahwa awal musim hujan bisa datang lebih awal dibanding rata-ratanya seperti pada tahun 1983 dan 1996 yaitu pada dasarian ke 30, sedangkan pada tahun 1982 awal musim hujan datangnya sangat terlambat yaitu pada dasarian 36 atau di akhir Desember.

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengolahan data periode 1981-2010 menghasilkan prediktor terpilih dan hasil luaran model dengan mengkombinasikan berbagai prediktor.

Dari hasil pengolahan data periode 1981-2010 menghasilkan prediktor terpilih dan hasil luaran model dengan mengkombinasikan berbagai prediktor.



Gambar 7. Peta kontur koefisien korelasi antara anomali awal musim hujan dengan (a) Anomali Velocity potential, (b) Anomali Angin zonal lapisan 850mb, (c) Anomali Angin zonal lapisan 200mb, (d) Anomali Suhu udara permukaan, (e) Anomali Tekanan udara permukaan, (f) Anomali Outgoing longwave radiation (OLR) bulan Juli periode 1981-2010



Gambar 8. Lokasi geografis prediktor awal musim hujan di daerah sentra padi Pantura Jawa Barat

Dari analisis koefisien korelasi spasial di atas dipilih beberapa unsur yang mempunyai koefisien korelasi yang cukup tinggi (lokasi yang dishading). Hasil seleksi tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

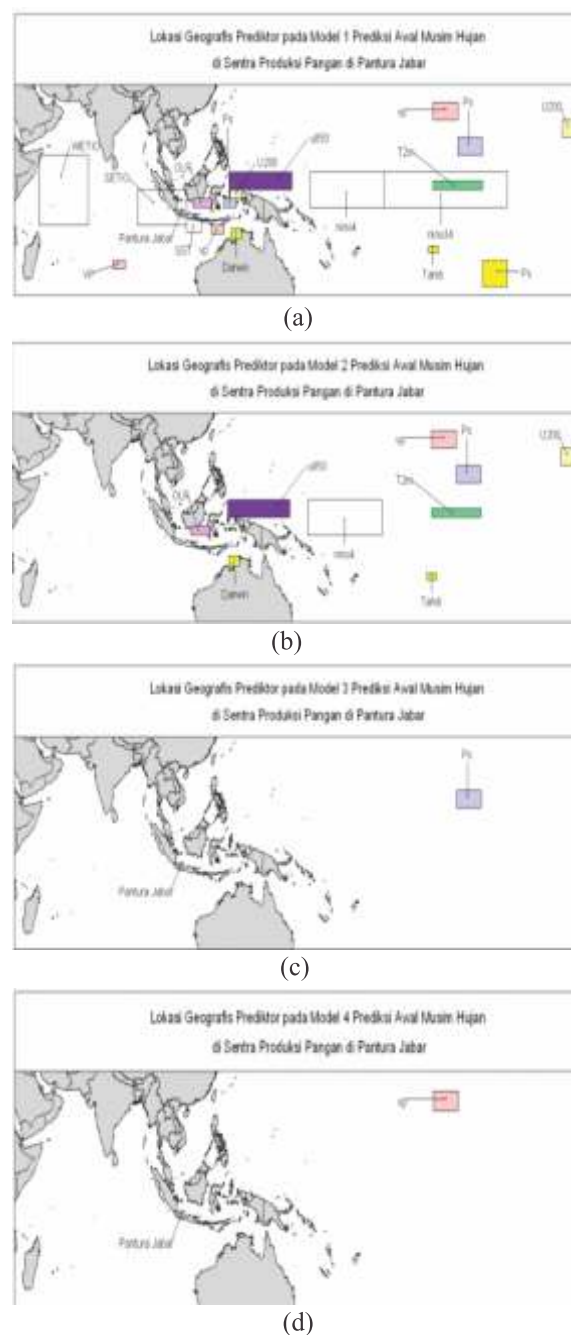
Dari tabel 3, telah terpilih 18 prediktor yang dianggap mempunyai hubungan kuat terhadap variabilitas AMH di daerah sentra padi Jabar yaitu velocity potential (3), temperature permukaan (1), tekanan permukaan (3), angin zonal 850mb (1), OLR (1), angin zonal 200mb (2), SST selatan Jawa (1), Nino34 (1), SOI (1), Nino West (1), Nino4 (1), dan Nino3 (1), sedangkan IOD tidak dipilih dikarenakan mempunyai koefisien korelasi yang tidak signifikan sehingga total yang akan dijadikan prediktor pada model adalah 17 prediktor.

Tabel 3. Prediktor yang terpilih yang diseleksi dari nilai koefisien korelasi yang cukup tinggi dengan anomali awal musim hujan

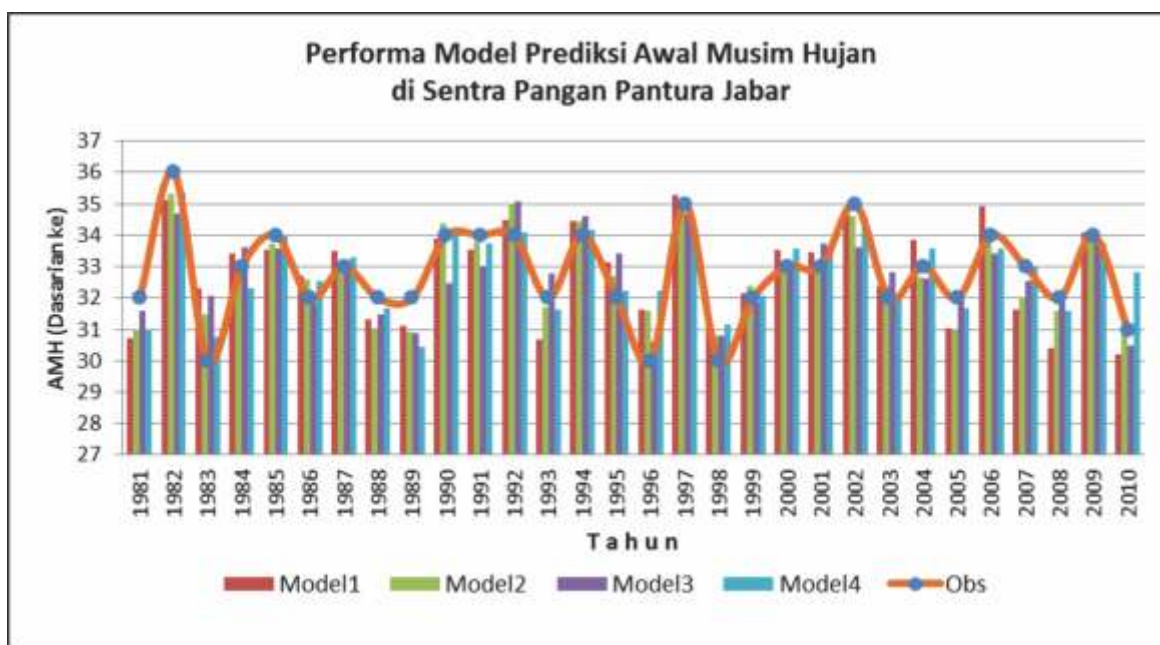
No.	Nama Prediktor	Waktu	Lokasi Geografis	Koefisien Korelasi 1981-2010
1.	Velocity Potential	1-31 Juli	1. 20-25LU, 210-220BT 2. 22.5-20LS, 80-85BT 3. 12.5-10LS, 120-125BT	+0.70 -0.69 -0.66
2.	Temperatur Permukaan	1-31 Juli	0-2.5LU, 210-230BT	+0.69
3.	Tekanan Permukaan	1-31 Juli	1. 10-15LU, 220-230BT 2. 30-20LS, 230-240BT 3. 5-2.5LS, 127.5-130BT	-0.76 -0.70 +0.65
4.	Angin Zonal 850mb	1-31 Juli	0-5LU, 127.5-152.5BT	+0.74
5.	Outgoing Longwave Radiation	1-31 Juli	5-2.5LS, 112.5-120BT	+0.73
6.	Angin Zonal 200mb	1-31 Juli	1. 2.5LS-0, 130-132.5BT 2. 17.5-20LU, 265-267.5BT	-0.66 +0.68
7.	Suhu Muka Laut	1-31 Juli	12-8LS, 110-116BT	-0.54
8.	Nino34	1-31 Juli	-	+0.67
9.	Southern Oscillation Index (SOI)	1-31 Juli	-	-0.68
10.	Nino West	1-31 Juli	-	-0.60
11.	Nino4	1-31 Juli	-	+0.69
12.	Nino3	1-31 Jui	-	+0.47
13.	IOD	1-31 Jui	-	+0.12

Untuk memprediksi awal musim hujan maka dilakukan prediksi untuk setiap tahun mulai dari tahun 1981-2010. Untuk tahun yang diprediksi maka pada tahun yang bersangkutan dihilangkan, misalnya untuk prediksi awal musim hujan tahun 1981 maka yang dipakai untuk membangun model adalah data tahun 1982-2010, seterusnya untuk memprediksi AMH 1982 maka data yang dipergunakan adalah 1981, 1983-2010 dan seterusnya.

Berikut ditampilkan kinerja dari model prediksi awal musim hujan di Pantura Jawa Barat:



Gambar 9. Lokasi prediktor untuk setiap model

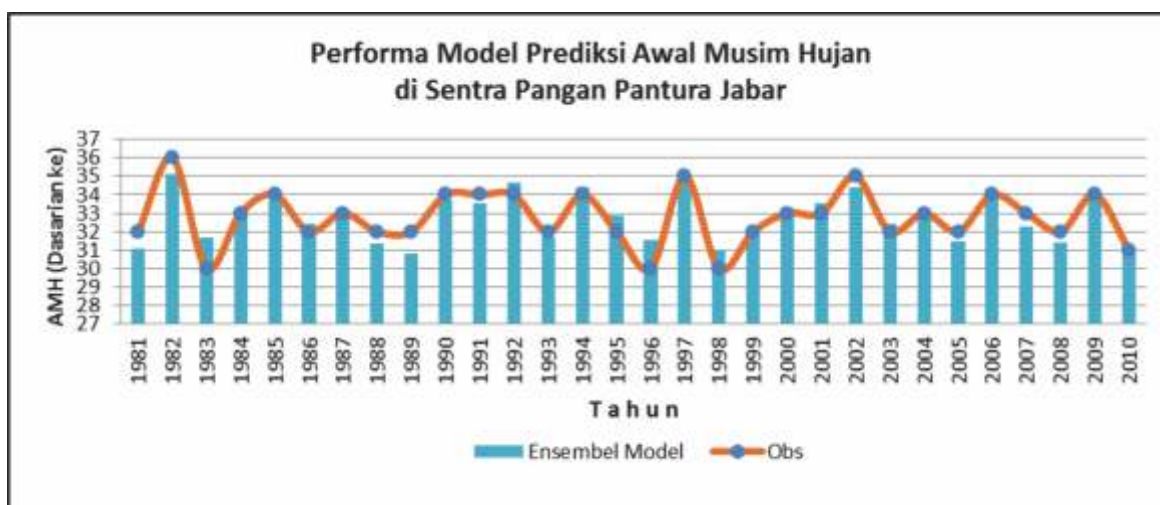


Gambar 10. Kinerja model prediksi awal musim hujan di Pantura Jawa Barat

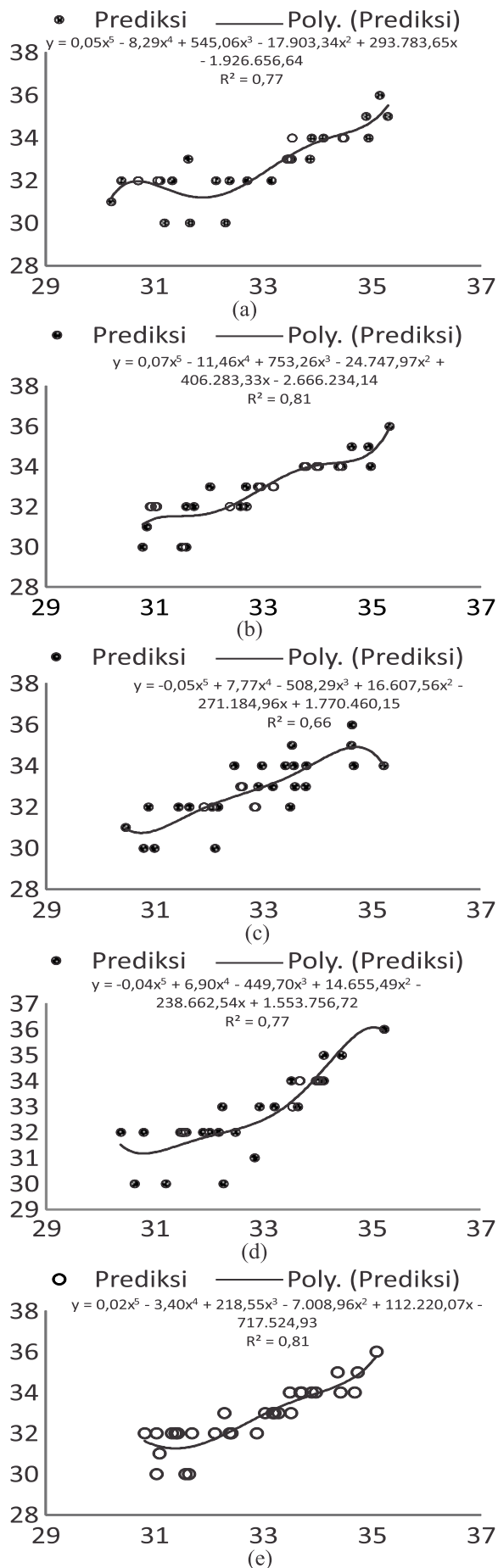
Secara umum setiap model memperlihatkan kinerja yang baik, hal ini terlihat dari skill yang diperlihatkan oleh setiap model. Pada penelitian sebelumnya[15] menunjukkan bahwa kinerjamodel prediksi awal musim hujan mempunyai akurasi yang rendah pada saat terjadinya kondisi ekstrim yang disebabkan oleh kejadian El Nino dan Dipole Mode, tetapi pada model ini tingkat akurasi sudah bisa diperbaiki khususnya padaprediksi awal musim hujan pada tahun 1982,

1997, 2002 dan 2010. Peningkatan akurasi ini cukup signifikan dan dapat menjawab tantangan untuk menghasilkan prediksi yang baik pada kondisi normal dan ekstrim.

Selanjutnya dari keempat model tersebut dilakukan proses ensemble dengan melakukanperata-rataan untuk setiap model sehingga didapat model ensemble (Gambar 11).



Gambar 11. Kinerja model *ensemble*

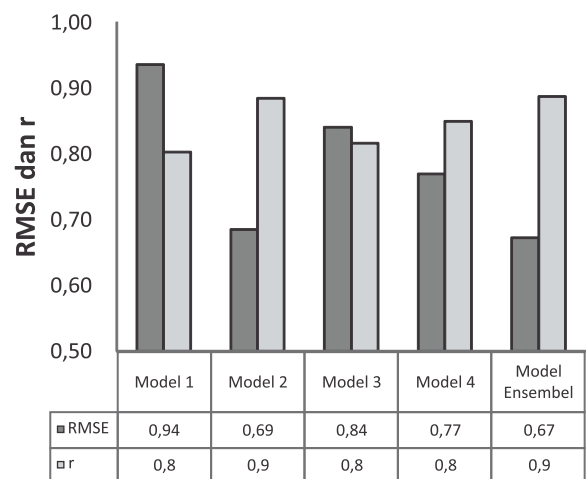


Gambar 12. Scatter plot tiap model Prediksi vs Observasi

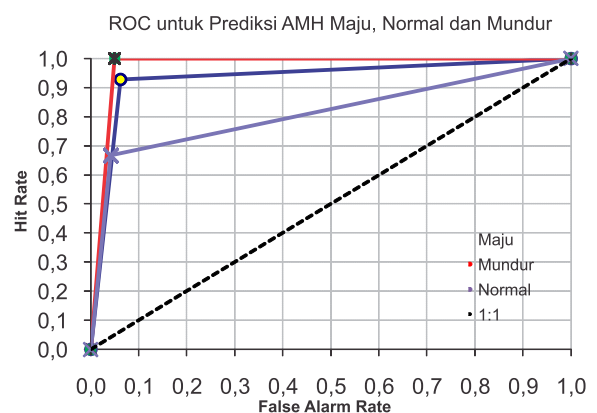
Secara umum semua model menunjukkan kinerja yang baik hal ini ditandai dengan nilai RMSE yang kecil dan nilai r yang besar (Gambar 16). Dari ke 5 model tersebut, kinerja paling baik ditunjukkan oleh model *ensemble*.

Selain menggunakan indikator RMSE dan r , kinerja model untuk memprediksi awal musim hujan juga dapat ditunjukkan dengan grafik Relative Operating Characteristic (ROC) (Gambar 17).

AMH maju artinya awal musim datang lebih cepat dibanding normalnya, normal artinya sama dengan kondisi rata-rata dan lambat artinya awal musim datang lebih terlambat dibanding rata-ratanya di mana normal awal musim hujan terjadi di dasarian ke 33 atau tanggal 21-30 Nopember. Dari grafik ROC (Gambar 17) terlihat bahwa model mempunyai kinerja yang baik untuk memprediksi kemungkinan awal musim untuk maju, normal atau mundur, tetapi kinerja terbaik diperlihatkan untuk memprediksi awal musim yang mundur dibanding rata-ratanya.



Gambar 16. Grafik RMSE dan r model prediksi awal musim hujan



Gambar 17. Grafik ROC Model prediksi ensemble

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu hasil kinerja model prediksi awal musim hujan menunjukkan hasil yang baik, hal ini dikarenakan input prediktor yang mempunyai hubungan yang kuat dengan variabilitas awal musim di Pantura Jawa Barat.

Dengan memperbandingkan dari 5 model yang diuji, model ensemble memberikan kinerja yang paling baik, hal ini ditandai dengan nilai RMSE, r dan ROC yang sangat baik.

Model ini telah dapat memprediksi dengan cukup baik kondisi awal musim pada kondisi ekstrim akibat pengaruh El Nino dan La Nina di mana kondisi ini belum bisa dilakukan oleh model-model sebelumnya.

Daftar Pustaka

- [1] D. R. Pattanaik & A. Kumar (2009). Prediction of summer monsoon rainfall over India using the NCEP climate forecast system. *Clim Dyn*, 34, 557-572.
- [2] S. Gadgil & J. Srinivasan (2011). Seasonal prediction of the Indian monsoon. *Current science*, 100, 343-353.
- [3] K. K. Kumar, M. Hoerling & B. Rajagopalan (2005). Advancing dynamical Prediction of Indian monsoon rainfall. *Geophysical Research Letters*, 32, 1-4.
- [4] E. Aldrian, L. D. Gate & F. H. Widodo (2003). *Variability of Indonesian rainfall and the influence of ENSO and resolution in ECHAM4 simulation and the reanalyses*.
- [5] K. W. Mar (2008). Optimum Neural Network Architecture for Precipitation Prediction of Myanmar. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 48, 130-134.
- [6] N. Srikalra (2006). *Rainfall Prediction for Chao Phraya River using Neural Networks with Online Data Collection*. Proceedings of the 2nd IMT-GT Regional Conference on Mathematics.
- [7] V. Krishnamurthy & S. Rai (2010). Predictability of south Asian Monsoon circulation in the NCEP climate forecast system, COLA.
- [8] BMKG (2013). *Buku Prakiraan Musim Hujan 2013/2014*, Jakarta, BMKG.
- [9] S. Gadgil, M. Rajeevan & R. Nanjundiah (2005). Monsoon prediction - Why yet another failure, *Current Science*, 88, 1389-1400.
- [10] Performa model prakiraan curah hujan bulanan di 10 kabupaten (2010). (<http://balitklimat.litbang.deptan.go.id>), diakses 17 Januari 2012.
- [11] A. Pramudia, Y. Koesmaryono, I. Las, T. June, I. W. Astika & E. Runtunuwu (2008). Pewilayahan hujan dan model prediksi curah hujan untuk mendukung analisis ketersediaan dan kerentanan pangan di sentra produksi padi, *Forum Pascasarjana*, 31, 131-142.
- [12] Z. Qincun, Y. Chongguang, L. Xu, Z. Ronghua, Y. Fanglin, Z. Banglin, L. Peisheng, B. Xunqiang & W. Huijun (1997). Seasonal and Extraseasonal predictions of summer monsoon precipitation by GCM, *Advances in atmospheric sciences*, 14(2), 163-176.
- [13] B. Wang, Q. Ding, X. Fu, I. S. Kang, K. Jin & J. Shukla (2005). Fundamental challenge in simulation and prediction of summer monsoon rainfall, *Geophysical Research Letters*, 32, 1-4.
- [14] D. S. Pai & R. M. Nair (2009). Summer monsoon onset over Kerala: New definition and prediction, *J. Earth Syst. Sci*, 118, 123-135.
- [15] E. E. Makmur (2010). Perancangan model prediksi awal musim hujan dengan prediktor anomali suhu muka laut regional dan ENSO, *Kajian seminar scientific jurnal club*, 5, 10-16.